

(51)Int.Cl.⁶G 11 B 7/00
7/007
19/04
20/10

識別記号

5 0 1

F I

G 11 B 7/00
7/007
19/04
20/10Q
H

5 0 1 H

19/04
20/10

H

審査請求 未請求 請求項の数20 O.L (全 22 頁)

(21)出願番号

特願平10-34378

(22)出願日

平成10年(1998)2月17日

(31)優先権主張番号

特願平9-65219

(32)優先日

平9(1997)3月19日

(33)優先権主張国

日本 (JP)

(71)出願人

000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者

稻沢 克純

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72)発明者

鈴木 忠男

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人

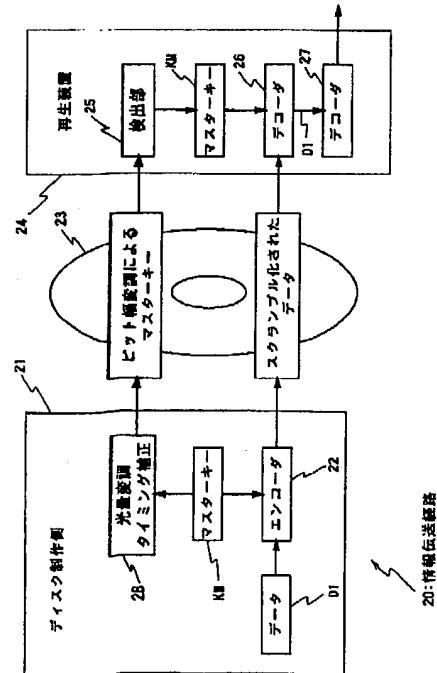
弁理士 多田 錠範

(54)【発明の名称】 記録装置、再生装置及び光記録媒体

(57)【要約】

【課題】記録装置、再生装置及び光記録媒体に関し、違法なコピーを防止できるようにする。

【解決手段】メインデータ D 1 を暗号化するキーデータ KM をレーザービームの光量を変化させることでピット幅方向に変調して光記録媒体 2 3 に記録し、さらにこのキーデータ KM により暗号化したメインデータ D 1 を符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正して記録する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ランレンジスハフマン符号化処理された記録データを光記録媒体に記録する記録装置において、前記記録データのエッジの変化パターンを検出するエッジ変化検出手段と、前記エッジ変化検出手段で検出した変化パターンに応じて、再生時の符号間干渉により発生するジッタを低減するように、前記記録データのエッジのタイミングを補正するタイミング補正手段と、前記タイミング補正手段で補正された記録データに基づいて前記光記録媒体に照射する光ビームの光量を制御する光量制御手段とを備え、所定のキーデータにより暗号化されたメインデータにより前記記録データを生成すると共に、前記キーデータに応じて前記光量制御手段を制御することを特徴とする記録装置。

【請求項2】前記エッジ変化検出手段は、前記記録データの立ち上がりエッジのタイミングを補正する立ち上がりエッジ検出手段と、前記記録データの立ち下がりエッジのタイミングを補正する立ち下がりエッジ検出手段とから構成されることを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項3】前記タイミング補正手段は、複数の補正值データを蓄積した記憶手段と、所定の遅延時間により前記記録データを遅延させて、前記記録データのタイミングを変化させる遅延手段とを備え、前記記録データの変化パターンに応じて、前記記憶手段より補正值データを選択的に前記遅延手段に出力し、前記補正值データに応じて前記遅延時間を設定することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項4】前記光量制御手段を間欠的に制御することにより前記光記録媒体上に放射状に広がるバーコード模様を形成することを特徴とする請求項2に記載の記録装置。

【請求項5】前記光記録媒体は、少なくとも2つの情報記録面を有し、前記記録装置は、一方の情報記録面に記録するキーデータと、他方の情報記録面に記録するキーデータとの論理演算によって算出されたキーデータに基づいて、一方の情報記録面に記録する前記メインデータを暗号化することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項6】前記光記録媒体は、少なくとも2つの情報記録面を有し、前記記録装置は、一方の情報記録面に記録するキーデータの一部に基づいてプリセットキーデータを発生するプリセットキーデータ発生手段と、前記プリセットキーデータ発生手段にて発生したプリセ

ットキーデータに基づいて第1の乱数を発生させる第1の乱数発生手段と、

前記一方の情報記録面に記録するキーデータと他方の情報記録面に記録するキーデータに基づいて第2の乱数を発生させる第2の乱数発生手段と、

前記第1の乱数及び第2の乱数に基づいて一方の情報記録面に記録するメインデータを暗号化するエンコーダとを有することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項7】前記キーデータによる暗号化を、前記光記録媒体に記録するメインデータのタイトルに対して実行することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項8】前記キーデータによる暗号化を、前記光記録媒体に記録する前記光記録媒体のタイトルに対して実行することを特徴とする請求項1に記載の記録装置。

【請求項9】暗号化されたメインデータが第1の再生信号レベルで記録されると共に、前記メインデータの暗号化を解くキーデータが前記第1の再生信号レベルとは異なる第2の再生信号レベルで記録された光記録媒体を再生する再生装置であって、

前記光記録媒体から再生された再生信号を所定のスライスレベルで2値化する2値化手段と、

前記再生信号から前記キーデータを検出するキー検出手段と、

前記2値化された再生信号より前記暗号化されたメインデータを復調する復調手段と、

前記キー検出手段にて検出されたキーデータにて、前記復調手段で復調したメインデータの暗号化を解除するエンコード手段とを備えることを特徴とする再生装置。

【請求項10】前記キー検出手段は、前記再生信号をデジタル信号に変換する変換手段と、前記2値化された再生信号からピット長を検出するピット長検出手段と、

前記ピット長検出手段にて検出したピット長が所定ピット長以上か否かを判別する判別手段と、

前記判別手段にて判別した所定ピット長以上のピットに対して、前記デジタル信号より再生信号レベルを検出する再生信号レベル検出手段とを有し、

前記再生信号レベル検出手段にて検出した前記再生信号レベルに基づいて、前記キーデータを検出することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項11】前記キーデータを、前記光記録媒体のリードインエリアより検出することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項12】前記光記録媒体は、少なくとも2つの情報記録面を有し、前記再生装置は、一方の情報記録面により検出したキーデータと、他方の情報記録面より検出したキーデータとにに基づいた論理演算によって算出したキーデータに基づいて、一方の情報記録面に記録されたメインデータの暗号化を解除すること

とを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項13】前記キーデータによる前記メインデータの暗号化の解除を、前記光記録媒体に記録されたメインデータのタイトルに対して実行することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項14】前記キーデータによる前記メインデータの暗号化の解除を、前記光記録媒体に記録された前記光記録媒体のタイトルに対して実行することを特徴とする請求項9に記載の再生装置。

【請求項15】ランレンジスハフマン符号化処理されたデータが所定の基準周期にて、ピット及びランド、又はマーク及びスペースの形態で形成された光記録媒体において、

前記ピット、ランド、マーク又はスペースの幅によりキーデータが記録され、

前記ピット又はマークの長さ及び間隔により前記キーデータで暗号化されたメインデータが記録されたことを特徴とする光記録媒体。

【請求項16】前記キーデータは、前記光記録媒体のリードインエリアに記録されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項17】前記キーデータによる暗号化が、前記光記録媒体に記録されるメインデータのタイトルに対して実行されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項18】前記キーデータによる暗号化が、前記光記録媒体に記録される前記光記録媒体のタイトルに対して実行されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項19】少なくとも2つの情報記録面を有し、一方の情報記録面に記録されたキーデータと他方の情報記録面に記録されたキーデータに基づいた論理演算によって計算されたキーデータに基づいて、一方の情報記録面に記録されたメインデータが暗号化されたことを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【請求項20】少なくとも2つの情報記録面を有し、一方の情報記録面に記録されたメインデータは、44.1 [kHz] でサンプリングされてマルチピットで量子化されたデジタルオーディオ信号であり、他方の情報記録面に記録されたメインデータは、44.1 [kHz] × n (nは、2より大きな整数) でサンプリングされて1ビットで量子化されたデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項15に記載の光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録装置、再生装置及び光記録媒体に関し、例えば映像信号等を記録する光ディスクと、その記録装置、再生装置に適用することができる。本発明は、メインデータを暗号化するキーデ

ータをレーザービームの光量を変化させることでピット幅方向に変調して光記録媒体に記録し、さらにこのキーデータにより暗号化したメインデータを符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正して記録することにより、不正コピーによる光記録媒体の複製を防止する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えばこの種の光情報記録媒体であるコンパクトディスクにおいては、記録データに対して EFM (Eight-to-Fourteen Modulation) 変調することにより、所定の基本周期 T に対して、周期 3T ~ 11T のピット列が形成され、これによりオーディオデータ等が記録されるようになされている。

【0003】このコンパクトディスクを再生するコンパクトディスクプレイヤーは、コンパクトディスクにレーザービームを照射して戻り光を受光することにより、この戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号を得、この再生信号を所定のスライスレベルにより 2 値化して 2 値化信号を生成する。さらにこの 2 値化信号より PLL 回路を駆動して再生クロックを生成すると共に、この再生クロックにより 2 値化信号を順次ラッチし、これによりコンパクトディスクに形成されたピット列に対応して周期 3T ~ 11T で変化する再生データを生成する。

【0004】コンパクトディスクプレイヤーは、このようにして生成した再生データを記録時のデータ処理に対応するデータ処理により復号し、コンパクトディスクに記録されたオーディオデータ等を再生するようになされている。

【0005】このようにして光情報の記録媒体を介してオーディオデータ等を伝送する伝送システムにおいては、違法なコピーを有効に回避するために、例えば図18又は図19に示すようなコピー防止システムが提案されている。

【0006】すなわち図18に示すコピー防止システム1は、ディスク制作側2のエンコーダ3において、記録に供するデータ D1 をマスターキー KM によりスクランブル処理し、このスクランブル処理したデータを光ディスク5に記録する。また再生装置6のデコーダ7において、光ディスクより再生した再生データを例えばディスク制作側と共にマスターキー KM によりデスクランブル処理し、このデスクランブル処理したデータを MPEG 等のデコーダ8で処理する。これによりこのコピー防止システム1は、事前に取り決めた再生側と共にマスターキー KM を用いて記録に供するデータ D1 を暗号化して、違法なコピーを防止する。

【0007】また図19に示すコピー防止システム10は、マスターキー MK、光ディスク 11 に固有のディスクキー KD、各著作物に固有のタイトルキー KT によりデータ D1 を暗号化する。すなわちディスク制作側12

は、エンコーダ13において、マスターキーKMによりディスクキーKDをスクランブル処理し、このスクランブル処理したディスクキーKDを光ディスク11に記録する。またエンコーダ14において、スクランブル処理したディスクキーKDによりタイトルキーKTをスクランブル処理し、このスクランブル処理したタイトルKTを光ディスク11に記録する。

【0008】さらにディスク制作側12は、エンコーダ15において、スクランブル処理したタイトルKTにより記録に供するデータD1をスクランブル処理し、光ディスク11に記録する。これによりディスク制作側12は、マスターキーKMを基準にしてデータD1を多重にスクランブル処理して光ディスク11に記録する。

【0009】これに対して再生装置16は、デコーダ17において、スクランブル処理したディスクキーKDをマスターキーKMによりデスクランブル処理し、ディスクキーKDを復号する。さらにデコーダ18において、スクランブル処理したタイトルキーKTをディスクキーKDによりデスクランブル処理し、続くデコーダ19において、このディスクキーKDによりデータD1をデスクランブル処理する。

【0010】これによりこのコピー防止システム10は、ディスク制作者、著作物の作成者の立場を加味して違法なコピーを防止するようになされている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで違法コピーには、2つの種類があると考えられる。その1つは、マスターキー等を解読することにより、この解読結果に基づいて、海賊盤であっても再生装置で再生可能に光ディスクを制作する方法である。また残る1つは、正規の光ディスクに形成されたピット形状を物理的にコピーする方法である。

【0012】マスターキー等によるコピー防止システムにおいては、この前者の違法行為については、マスターキー等の解読を困難にする等により対応できるものの、一旦、マスターキー等が解読されると、何ら海賊盤を排除できない欠点がある。また後者の違法コピーに対しては、何ら対応できない欠点がある。

【0013】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、違法なコピーを防止することができる記録装置、再生装置及び光記録媒体を提案しようとするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、記録装置に適用して、再生時の符号間干渉により発生するジッタを低減するようにタイミングを補正して光記録媒体に照射する光ビームの光量を制御するようにし、所定のキーデータにより暗号化されたメインデータによりこの記録データを生成すると共に、このキーデータに応じて光ビームの光量を制御する光量制御手段を制御する。

【0015】また再生装置に適用して、再生信号を所定のスライスレベルで2値化して暗号化されたメインデータを復調し、またこの再生信号から検出したキーデータによりメインデータの暗号化を解除する。

【0016】またランレンジングハフマン符号化処理されたデータが記録された光記録媒体に適用して、ピット、ランド、マーク又はスペースの幅によりキーデータが記録され、ピット及びランド、又はマーク及びスペースの長さ及び間隔によりキーデータで暗号化されたメインデータが記録されるようにする。

【0017】符号間干渉により発生するジッタを低減するようにタイミングを補正して光記録媒体に照射する光ビームの光量を制御するようにし、所定のキーデータで暗号化されたメインデータによりこの記録データを生成すると共に、このキーデータに応じて光ビームの光量を制御する光量制御手段を制御すれば、キーデータに応じた光量の制御によりピット又はマークの幅が相違する場合でも、メインデータを確実に再生できるように、メインデータを記録することができる。

【0018】これに対して、物理的にピット形状をコピーした場合においては、ピット幅等の相違、補正されたタイミングを正しくコピーすることが困難で、これによりキーデータ、メインデータを正しく再生することが困難になる。従ってこのようなコピーによる媒体を再生側で排除することができる。またピット幅により記録するキーデータを適宜変更する等により、キーデータを解析して実行される違法コピーについては対応することができる。

【0019】従って再生装置に適用して、再生信号を所定のスライスレベルで2値化して暗号化されたメインデータを復調し、またこの再生信号から検出したキーデータによりメインデータの暗号化を解除すれば、このようにして記録した光記録媒体よりキーデータを正しく再生してメインデータの暗号化を解除することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0021】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る情報伝送経路を示すプロック図である。この情報伝送経路20では、ディスク制作側21のエンコーダ22において、伝送するデータD1をマスターキーKMによりスクランブル処理し、このスクランブル処理したデータを光ディスク23に記録する。このときディスク制作側21においては、光ディスク23のピット長、ピット間隔によりこのスクランブル化したデータを記録する。なおここで伝送するデータD1は、MPEG (Moving Picture Experts Group) のフォーマットによりデータ圧縮されたビデオデータ、オーディオデータ、又はΣΔ変調によって1ビットディジタル信号に変換されたオーディオデータである。

【0022】さらにディスク制作側21においては、光変調タイミング補正回路28にて光ディスク23に照射するレーザービームの光量をマスターキーKMを基準にした光量変調により間欠的に変化させ、これによりピット幅を変調してマスターキーKMを記録する。さらにこのときディスク制作側21においては、レーザービーム照射のタイミングを補正することにより、ピット長さ方向について、光量変調により変化するエッジ位置を補正し、記録したデータを確実に再生できるようとする。

【0023】これに対応して再生装置24側では、検出部25により再生信号の振幅を検出してマスターキーKMを復調し、デコーダ26において、このマスターキーKMにより再生データをデスクランブル処理する。その後再生装置24では、デコーダ27によりデスクランブル処理されたデータD1を処理する。

【0024】図2は、このディスク制作側21で使用される光ディスク記録装置を示すブロック図である。ディスク制作側21では、この光ディスク記録装置30によりディスク原盤31を露光して例えばMPEGフォーマットのデータD1を記録する。光ディスクの制作側21では、このディスク原盤31を現像した後、電鋸処理することにより、マザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパーを作成する。さらに光ディスクの制作側21では、このようにして作成したスタンパーによりディスク状基板を作成し、このディスク状基板に反射膜、保護膜を形成して光ディスクを作成する。

【0025】すなわちこの光ディスク記録装置30において、スピンドルモータ32は、ディスク原盤31を回転駆動し、底部に保持したFG信号発生器より、所定の回転角毎に信号レベルが立ち上がるFG信号FGを出力する。スピンドルサーボ回路33は、ディスク原盤31の露光位置に応じて、このFG信号FGの周波数が所定周波数になるようにスピンドルモータ32を駆動し、これによりディスク原盤31を線速度一定の条件により回転駆動する。

【0026】記録用レーザー34は、ガスレーザー等により構成され、ディスク原盤露光用のレーザービームLを射出する。光変調器35は、電気音響光学素子で構成され、制御信号SC1に応じてレーザービームLの光量を切り換えて出力する。これにより光変調器35は、制御信号SC1に応じてレーザービームLの光量を変調する。

【0027】光変調器36は、電気音響光学素子で構成され、このレーザービームLを変調信号S1によりオンオフ制御して射出する。ミラー37は、このレーザービームLの光路を折り曲げてディスク原盤31に向けて射出し、対物レンズ38は、このミラー37の反射光をディスク原盤31に集光する。これらミラー37及び対物レンズ38は、図示しないスレッド機構により、ディスク原盤31の回転に同期してディスク原盤31の外周方

向に順次移動し、これによりレーザービームLによる露光位置を順次ディスク原盤31の外周方向に変位させる。

【0028】これによりこの光ディスク記録装置30では、ディスク原盤31を回転駆動した状態で、ミラー37及び対物レンズ38の移動によりらせん状にトラックを形成し、このトラックに変調信号S1に対応して順次ピットを形成する。さらにこのとき制御信号SC1に応じてピット幅を変化させる。

【0029】デコーダ40は、図示しないコントローラによりマスターキーKMのデータがセットされ、このマスターキーKMのデータを基準にして、順次記録に供するデータD1をスクランブル処理して出力する。変調回路41は、光ディスクのリードインエリアに対応する領域にレーザービームを照射する期間の間、コントローラより出力されるTOC等のデータ列をRLL(Run Length Limited)変調して出力する。さらに変調回路41は、このTOC(Table Of Contents)等のデータ列に統いて、光ディスクのユーザー領域に対応する領域にレーザービームを照射する期間の間、デコーダ40より出力されるスクランブルデータを変調して出力する。

【0030】このとき変調回路41は、所定のデータ処理フォーマットに従って、これらのデータに誤り訂正符号を附加した後、インターリーブ処理する。さらにこのようにして処理したデータ列をシリアルデータ列に変換し、このシリアルデータ列のピット配列に応じて、基本周期Tの整数倍の周期で信号レベルが変化する変調信号S2を出力する。

【0031】エッジ位置補正回路42A及び42Bは、変調信号S2の変化パターンを検出し、この変化パターンに応じて再生時の符号間干渉を低減するように、変調信号S2のタイミングを補正し、そのタイミング補正結果である変調信号S1A及びS1Bを出力する。このときエッジ位置補正回路42Aは、光変調器35より出力される高レベル(100[%]の光量)のレーザービームに対応する変調信号S1Aを出力するのに対し、エッジ位置補正回路42Bは、光変調器35より出力される低レベル(85[%]の光量)のレーザービームに対応する変調信号S1Bを出力する。

【0032】CRC回路43は、マスターキーのデータKMに誤り訂正符号を附加して出力する。このときCRC回路43は、ピット形成周期に比して充分に長い周期(数百～数千ピット周期)により、マスターキーのデータKM及び誤り訂正符号を出力する。さらに順次循環的に繰り返しマスターキーのデータKM及び誤り訂正符号を出力する。

【0033】PE変調回路(P E)44は、このCRC回路43の出力データをPE(Phase Eecode)変調してシリアルデータ列により出力する。レベル切り換え回路45は、リードインエリアに対応する領域にレーザービ

ームを照射している期間の間、P E 变調回路 4 4 の出力データ D 3 に応じて制御信号 S C 1 の信号レベルを切り換える制御するのに対し、他の領域では、レーザービーム L の光量を高レベルに保持するように、制御信号 S C 1 の信号レベルを一定値に保持する。

【0034】これによりレベル切り換え回路 4 5 は、マスターキー KM に応じてレーザービーム L の光量を変調し、この光量の変調によりディスク原盤 3 1 に形成するピット幅を変調する。これにより光ディスク記録装置 3 0 では、ピット幅によりキーデータ KM を記録するようになされている。

【0035】データセレクタ 4 6 は、制御信号 S C 1 に応じて、エッジ位置補正回路 4 2 A 及び 4 2 B から出力される变調信号 S 1 A 及び S 1 B を光变调器 3 6 に選択出力する。これによりデータセレクタ 4 6 は、レベル切り換え回路 4 5 によりレーザービーム L の光量が低レベルに設定されている期間の間、エッジ位置補正回路 4 2 A より出力される变調信号 S 1 A から、エッジ位置補正回路 4 2 B より出力される变調信号 S 1 B に切り換えて光变调器 3 6 に選択出力する。これにより光ディスク記録装置 3 0 では、ピット幅の変調に伴って変化するピット長の変化を变調信号 S 1 A 及び S 1 B の切り換えにより補正するようになされている。

【0036】図 3 は、このエッジ位置補正回路 4 2 A を示すブロック図である。なおエッジ位置補正回路 4 2 B は、立ち上がりエッジ補正回路 5 0 A 及び 5 0 B に格納する補正データが異なる以外、エッジ位置補正回路 4 2 A と同一でなることにより、重複した説明は省略する。

【0037】エッジ位置補正回路 4 2 A において、レベル変換回路 5 1 は、变調信号 S 2 の信号レベルを出力振幅が 5 [V] である TTL (Transistor Transistor Logic) レベルに補正して出力する。PLL (Phase Locked Loop) 回路 5 2 は、図 4 に示すように、レベル変換回路 5 1 より出力される变調信号 S 3 (図 4 (A)) よりクロック CK (図 4 (B)) を生成して出力する。变調信号 S 2 においては、基本周期 T の整数倍の周期で信号レベルが変化することにより、PLL 回路 5 2 は、この变調信号 S 2 に同期した基本周期 T により信号レベルが変化するクロック CK を生成する。

【0038】立ち上がりエッジ補正回路 5 0 A は、図 5 に示すように、クロック CK で動作する 13 個のラッチ回路 5 3 A ~ 5 3 M を直列に接続し、この直列回路にレベル変換回路 5 1 の出力信号 S 3 を入力する。これにより立ち上がりエッジ補正回路 5 0 A は、レベル変換回路 5 1 の出力信号 S 3 をクロック CK のタイミングによりサンプリングし、連続する 13 点のサンプリング結果より、变調信号 S 2 の変化パターンを検出する。すなわち、例えば「001111000001」のラッチ出力が得られた場合、長さ 5 T のスペースに続いて長さ 4 T のピットが連続する変化パターンと判断することができる。同様に

「001111000001」のラッチ出力が得られた場合、長さ 5 T のスペースに続いて長さ 5 T のピットが連続する変化パターンと判断することができる。

【0039】補正值テーブル 5 4 は、複数の補正データを格納したリードオンリメモリで形成され、ラッチ回路 5 3 A ~ 5 3 M のラッチ出力をアドレスにして、变調信号 S 3 の変化パターンに対応する補正值データ D F を出力する。モノステーブルマルチバイブレータ (MM) 5 5 は、直列接続された 13 個の中央のラッチ回路 5 3 G 10 よりラッチ出力の入力を受け、このラッチ出力の立ち上がりのタイミングを基準にして、所定期間の間 (周期 3 T より充分に短い期間)、信号レベルが立ち上がる立ち上がりパルス信号を出力する。

【0040】遅延回路 5 6 は、12段のタップ出力を有し、各タップ間の遅延時間差がこのエッジ位置補正回路 4 2 A における变調信号のタイミング補正の分解能に設定される。遅延回路 5 6 は、モノステーブルマルチバイブレータ 5 5 より出力される立ち上がりパルス信号を順次遅延して各タップより出力する。セレクタ 5 7 は、補正值データ D F に従って遅延回路 5 6 のタップ出力を選択出力し、これにより補正值データ D F に応じて遅延時間の変化してなる立ち上がりパルス信号 S S (図 4

(D)) を選択出力する。

【0041】これにより立ち上がりエッジ補正回路 5 0 A は、变調信号 S 3 の信号レベルの立ち上がりに対応して信号レベルが立ち上がり、かつ变調信号 S 3 に対する各立ち上がりエッジの遅延時間 Δr (3, 3)、 Δr (4, 3)、 Δr (3, 4)、 Δr (5, 3)、……が、变調信号 S 3 の変化パターンに応じて変化する立ち上がりエッジ信号 S S を生成する。

【0042】なおこの図 4 においては、变調信号 S 3 の変化パターンを、クロック CK の 1 周期を単位としたピット長 p と、ピット間隔 b とにより表し、立ち上がりエッジに対する遅延時間を Δr (p, b) により示す。従ってこの図 4 (D) において、2 番目に記述された遅延時間 Δr (4, 3) は、長さ 4 クロックのピットの前に、3 クロックのブランクがある場合の遅延時間である。これにより補正值テーブル 5 4 には、これら p 及び b の全ての組合せに対応する補正值データ D F が格納されていることになる。

【0043】かくするにつき光ディスクでは、变調信号 S 3 に応じてレーザービーム L が照射されてピットが形成されることにより、立ち上がりエッジ補正回路 5 0 A は、基本周期 T を単位にした周期 12 T の範囲について、光ディスクに形成されるピットのパターンを検出し、このパターンに応じて立ち上がりエッジ信号 S S を生成することになる。

【0044】立ち下がりエッジ補正回路 5 0 B は、モノステーブルマルチバイブレータ 5 5 がラッチ出力の立ち下がりエッジを基準にして動作することと、補正值テー

11

ブル54の内容が異なることを除いて、立ち上がりエッジ補正回路50Aと一緒に構成される。

【0045】これにより立ち下がりエッジ補正回路50Bは、変調信号S2の信号レベルの立ち下がりに対応して信号レベルが立ち上がり、かつ変調信号S2に対する各立ち上がりエッジの遅延時間 Δf (3, 3)、 Δf (4, 4)、 Δf (3, 3)、 Δf (5, 4)、……が変調信号S2の変化パターンに応じて変化する立ち下がりエッジ信号SR(図4(C))を生成する。なおこの図4においては、立ち上がりエッジに対する遅延時間と同様に、ピット長pと、ピット間隔bとにより、立ち下がりエッジに対する遅延時間を Δf (p, b)で示す。

【0046】かくするにつき立ち下がりエッジ補正回路50Bにおいては、基本周期Tを単位にした周期12Tの範囲について、光ディスクに形成されるピットのパターンを検出し、このパターンに応じてレーザービームの照射終了のタイミングでなる変調信号S2の立ち下がりエッジのタイミングを補正して、立ち下がりエッジ信号SRを生成するようになされている。

【0047】フリップフロップ(F/F)59(図3)は、エッジ補正回路50A及び50Bで生成された立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRを合成して出力する。すなわちフリップフロップ59は、立ち上がりエッジ信号SS及び立ち下がりエッジ信号SRをそれぞれセット端子S、リセット端子Rに入力し、これにより立ち上がりエッジ信号SSの信号レベルの立ち上がりで信号レベルが立ち上がった後、立ち下がりエッジ信号SRの信号レベルの立ち上がりで信号レベルが立ち下がる変調信号S5を生成する。レベル逆変換回路60は、出力振幅がTTLレベルであるこの変調信号S5の信号レベルを補正し、元の出力振幅により出力する。

【0048】これにより変調信号S2は、立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングが前後のピット及びランドの長さに応じて補正されて出力され、これに対応してディスク原盤31に対してレーザービームLを照射するタイミングも、前後のピット及びランドの長さに対応して補正される。

【0049】これにより光ディスク記録装置30では、再生時、符号間干渉により発生するジッタを低減するよう、各ピットの前エッジ及び後エッジの位置を補正する。またそれ記録用レーザービームLの光量に対応したエッジ位置補正回路42A及び42Bにより、レーザービームLの光量を立ち下げた場合でも、再生信号を一定のしきい値により判別して、ピット長、ピット間隔により記録したデータD1を確実に再生できるように、各ピットの前エッジ及び後エッジの位置を補正する。

【0050】図6は、このようにしてエッジのタイミング補正に使用される補正值テーブル54の生成の説明に供する工程図である。光ディスク記録装置30では、こ

12

の補正值テーブル54を適切に設定することにより、ピット長、前後のランク長が変化した場合でも、クロックCKに同期した正しいタイミングで再生信号が所定のスライスレベルを横切るようにする。

【0051】なお補正值テーブル54は、エッジ位置補正回路42A及び42Bの各立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bに設定されるが、生成の条件が異なる以外、何れも生成方法は同一であるので、ここでは立ち上がりエッジ補正回路50Aについて説明する。

【0052】この工程においては、光ディスク記録装置30により評価用のディスク原盤を作成し、このディスク原盤より作成される光ディスクの再生結果に基づいて、補正值テーブルを設定する。

【0053】ここでこの評価用のディスク原盤作成時において、光ディスク記録装置30には、評価基準用の補正值テーブル54が設定される。この評価基準の補正值テーブル54は、セレクタ57(図5)において、常に遅延回路56のセンターツップ出力を選択出力するよう、補正值データDFが設定されて形成される。これによりこの工程では、変調信号S3で直接光変調器36を駆動した場合と同一の条件により、すなわち通常の光ディスク作成工程と同一の条件によりディスク原盤31を露光する。

【0054】この工程では、このようにして露光したディスク原盤31を現像した後、電鋸処理してマザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパー62を作成する。さらにこのスタンパー62より通常の光ディスク作成工程と同様に、光ディスク63を作成する。

【0055】再生装置64は、このようにして作成した評価用の光ディスク63を再生する。このとき再生装置64は、コンピュータ65により制御されて動作を切り換え、光ディスク63より得られる戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFを内蔵の信号処理回路よりデジタルオシロスコープ66に出力する。かくするにつき、この光ディスク63は、レーザービームLの光量の切り換えに伴ってピット幅が変化してことにより、デジタルオシロスコープ66で再生信号RFを観察すると、ピットに対応する部分で再生信号の振幅が変化して観察される。ちなみに図7及び図8は、それぞれレーザービームの光量を高レベル及び低レベルにより照射した場合における再生信号RFの信号波形を示し、レーザービームの光量に応じて振幅がW2よりW1に増大することがわかる。

【0056】また再生信号RFは、ピット幅の変化に伴ってピットの前エッジ、後エッジが変化していることにより、振幅の変化に伴って大きなジッタが観察され、アシンメトリーも大きく変化することになる。さらにユーザーエリア等の高レベルのレーザービームによりピットを形成した部分においても、前後のピットからの符号間

13

干渉によるジッタが観察されることになる。

【0057】ディジタルオシロスコープ66は、コンピュータ65により制御されて動作を切り替え、チャンネルクロックの20倍のサンプリング周波数での再生信号R Fをアナログデジタル変換処理し、その結果得られるディジタル信号をコンピュータ65に出力する。

【0058】コンピュータ65は、ディジタルオシロスコープ66の動作を制御する共に、ディジタルオシロスコープ66より出力されるディジタル信号を信号処理し、これにより補正值データD Fを順次計算する。さらにコンピュータ65は、ROMライター67を駆動して、計算した補正值データD Fを順次リードオンリメモリに格納し、これにより補正值テーブル54を形成する。この工程では、この補正值テーブル54により最終的に光ディスクを製造する。

【0059】図9は、このコンピュータ65における処理手順を示すフローチャートである。この処理手順において、コンピュータ65は、ステップS P 1からステップS P 2に移り、ジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ 、ジッタ計測回数n(p, b)を値0に初期化する。ここでコンピュータ65は、ジッタ検出対象でなるエッジの前後について、ピット長p、ピット間隔bの組合せ毎に、ジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ を算出し、またジッタ計測回数n(p, b)をカウントする。このためコンピュータ65は、ステップS P 2において、これら全てのジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ 、ジッタ計測回数n(p, b)を初期値にセットする。

【0060】続いてコンピュータ65は、ステップS P 3に移り、ディジタルオシロスコープ66より出力されるディジタル信号を所定のスライスレベルと比較することにより、再生信号R Fを2値化してなるディジタル2値化信号を生成する。なおコンピュータ65は、この処理において、スライスレベル以上が値1、スライスレベルに満たない部分では値0となるように、ディジタル信号を2値化する。

【0061】続いてコンピュータ65は、ステップS P 4に移り、このディジタル信号でなる2値化信号より再生クロックを生成する。ここでコンピュータ65は、2値化信号を基準にして演算処理によりPLL回路の動作をシミュレーションし、これにより再生クロックを生成する。

【0062】さらにコンピュータ65は、続くステップS P 5において、このようにして生成した再生クロックの各立ち下がりエッジのタイミングで、2値化信号をサンプリングし、これにより変調信号を復号する（以下復号したこの変調信号を復号信号と呼ぶ）。

【0063】続いてコンピュータ65は、ステップS P 6に移り、2値化信号の立ち上がりエッジの時点から、このエッジに最も近接した再生クロックの立ち下がりの時点までの時間差eを検出し、これによりこのエッジに

14

おけるジッタを時間計測する。続いてコンピュータ65は、ステップS P 7において、ステップS P 6で時間計測したエッジについて、復号信号より前後のピット長p及びピット間隔bを検出する。

【0064】コンピュータ65は、続いてステップS P 8において、前後のピット長p及びピット間隔bに対応するジッタ検出結果 $\Delta r(p, b)$ に対して、ステップS P 6において検出した時間差eを加算し、また対応するジッタ計測回数n(p, b)を値1だけインクリメントする。続いてコンピュータ65は、ステップS P 9に移り、全ての立ち上がりエッジについて、時間計測を完了したか否か判断し、ここで否定結果が得られると、ステップS P 5に戻る。

【0065】これによりコンピュータ65は、ステップS P 5-S P 6-S P 7-S P 8-S P 9-S P 5の処理手順を繰り返し、再生信号R Fに表れる変化パターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を累積加算し、また加算数をカウントする。なおこの変化パターンは、立ち上がりエッジ補正回路50Aにおけるラッチ回路53A～53Mの段数に対応するように、ジッタ検出対象のエッジより基本周期Tを基準にした前後6サンプルの期間（全体で周期12Tの期間）により分類される。

【0066】このようにして全てのエッジについて、ジッタの時間計測を完了すると、コンピュータ65は、ステップS P 9において肯定結果が得られることにより、ステップS P 10に移り、ここで再生信号R Fに表れる変化パターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を平均化する。すなわちステップS P 6において検出されるジッタにおいては、ノイズの影響を受けていることにより、コンピュータ65は、このようにしてジッタ検出結果を平均化し、ジッタの測定精度を向上する。

【0067】コンピュータ65は、このようにしてジッタ検出結果を平均化すると、続いてステップS P 11に移り、この検出結果より、各変化パターン毎にそれぞれ補正值データD Fを生成し、各補正值データD FをROMライター67に出力する。ここでこの補正值データD Fは、遅延回路56におけるタップ間の遅延時間差を τ とおいて、次式の演算処理を実行して算出される。

【0068】

【数1】

$$H r 1(p, b) = \frac{-a \cdot \Delta r(p, b)}{\tau} + H r 0(p, b) \dots \dots (1)$$

【0069】なおここで $H r 1(p, b)$ は、補正值データD Fにより選択される遅延回路56のタップであり、値0の場合がセンタータップである。また $H r 0(p, b)$ は、初期値でなる補正值データD Fにより選択される遅延回路56のタップであり、この実施の形態において、 $H r 0(p, b)$ は、値0に設定されていることになる。またaは定数である。ここでこの実施の形態において、aは1以下の値（例えば0.7など）に設

定され、これによりノイズなどの影響があつても、確実に補正值データを収束させることができるようになされている。

【0070】コンピュータ65は、デジタルオシロスコープ66を介して検出される再生信号RFの信号レベルを基準にして、レーザービームLの光量を立ち下げた場合と、通常の光量の場合とでそれぞれ上述した補正值データの生成処理を実行し、これによりレーザービームLの光量を立ち下げた場合でも、通常のスライスレベルにより再生信号RFを2値化して、正しいタイミングにより2値化信号を生成できるように補正值データを生成する。

【0071】コンピュータ65は、このようにして生成した補正值データDFをROMライター67に格納すると、ステップSP12に移ってこの処理手順を終了する。続いてコンピュータ65は、同様の処理手順をデジタル2値化信号の立ち下がりエッジについて実行し、これにより補正值テーブル54を完成する。

【0072】図10は、このようにして製造された光ディスクの再生装置を示すブロック図である。この再生装置70は、光ディスクHをスピンドルモータMにより回転駆動し、この状態で光ピックアップPにより波長780 [nm] のレーザービームを照射する。さらに再生装置70は、このレーザービームの戻り光を光ピックアップPで受光し、この戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFを生成する。

【0073】增幅回路71は、この再生信号RFを増幅した後、波形等化して出力する。2値化回路72は、この増幅回路71より出力される再生信号RFを受け、所定のしきい値により再生信号RFの信号レベルを識別して2値化信号S7を出力する。PLL回路73は、この2値化信号S7を基準にして再生クロック(チャンネルクロック)CKを生成して出力する。

【0074】ここで再生信号RFは、光ディスク制作側において、各種ピット形成のパターンに応じてレーザービーム照射のタイミングが補正されて、各ピットの前エッジ及び後エッジのタイミングが補正されてなることにより、極めて小さなジッタにより再生される。さらにリードインエリアHRにおいては、間欠的にレーザービームの光量を立ち下げてピット幅を変調したことにより、間欠的に振幅が増大することになる。さらにこのレーザービームの光量の増大に対応してレーザービーム照射のタイミングが補正されて、このようにレーザービームの光量を立ち下げた部分においても、各ピットの前エッジ及び後エッジのタイミングが補正されてなることにより、他の部分と等しいアシンメトリーにより再生される。

【0075】これにより2値化回路72においては、記録時における基本周期Tに対応した正しいタイミングにより2値化信号S7を生成し、またPLL回路73にお

いては、ジッタの極めて少ない再生クロックCKを生成して出力する。

【0076】復調回路74は、再生クロックCKを基準にして2値化信号を順次ラッチすることにより再生データを生成する。さらに復調回路74は、この再生データを復調して出力する。サーボ回路75は、この再生データより、レーザービーム照射位置のアドレスを検出し、このアドレス検出結果に基づいて光ピックアップPをシークさせる。なおサーボ回路75は、さらにクロックCKを基準にしてスピンドルモータMをスピンドル制御し、これにより光ディスクHを線速度一定の条件により回転駆動する。またシステム制御回路76の制御により所定のシーク機構を制御し、光ピックアップPをシークさせる。

【0077】ECCデコーダ77は、復調回路74より出力される再生データを取り込んでランダムアクセスメモリ(RAM)78に保持した後、所定順序で読み出すことにより、この再生データをデインタリーブ処理する。さらにECCデコーダ77は、この再生データを誤り訂正処理して出力する。

【0078】マスターキー検出回路79は、再生信号RFの振幅よりマスターキーのデータMKと、その誤り訂正符号を再生する。すなわち図11に示すように、マスターキー検出回路79は、ピット検出回路81において、周期6T以上のピット(周期6T～周期11Tのピット)を検出する。ここで周期6T以上のピットは、ディスク原盤露光時におけるレーザーの光量が再生信号に正しく反映されるピットであり、再生光学系におけるMTF(Modulation Transfer Function)より判断される。

【0079】ピット検出回路81は、直列接続した10段のラッチ回路80A～80Jに2値化信号S7を入力し、この2値化信号を再生クロックCKにより順次転送する。アンド回路82A～82Fは、所定の入力端が反転入力端に設定され、ラッチ回路80A～80Jのラッチ出力を入力し、それぞれ周期6T、7T、8T、……のピットに対応してラッチ回路80A～80Jのラッチ出力が値1又は値0にセットされると、出力信号の論理レベルを立ち上げる。オア回路83は、アンド回路82A～82Fの出力信号を受け、その論理和信号を出力する。これによりピット検出回路81は、周期6T～周期11Tのピットを検出する。

【0080】マスターキー検出回路79は、再生信号RFをアナログデジタル変換処理するアナログデジタル変換回路(A/D)85と、アナログデジタル変換回路95から出力されるデジタル再生信号DRFを遅延する遅延回路86と、ピット検出回路81とから構成される。

【0081】ラッチ回路87は、ピット検出回路81の検出結果に基づいてデジタル再生信号DRFをラッチ

し、これにより周期 $6T$ 以上のピットについて、そのピットのほぼ中央より戻り光が得られるタイミングで、再生信号 R_F の振幅を検出する。デジタルアナログ変換回路 8 8 は、このデジタル再生信号 $D_R F$ のデジタルアナログ変換処理する。P E 復調回路 8 9 は、デジタルアナログ変換回路 8 8 の出力信号を 2 値化して 2 値化信号を生成し、この 2 値化信号よりクロックを検出する。さらに P E 復調回路 8 9 は、このクロックを基準にして 2 値化信号を処理することにより、元のマスターキー KM のデータ及び誤り訂正符号を復調する。P E 復調回路 8 9 は、再生したマスターキー KM のデータを誤り訂正処理して出力する。

【0082】これによりマスターキー検出回路 7 9 は、光ディスク H の再生開始時、リードインエリアに繰り返し記録されたマスターキー KM のデータを再生してデコーダ 9 1 に出力する(図 10)。

【0083】デコーダ 9 1 は、このマスターキーのデータ KM を基準にして、ユーザーエリアにおいて E C C デコーダ 7 7 より出力される再生データをデスクランブル処理し、これにより暗号化した再生データを復号する。続くデコーダ 9 2 は、M P E G のフォーマットに従って、デコーダ 9 1 の出力データをデコードして出力する。

【0084】以上の構成において、光ディスク記録装置 3 0 においては(図 2、図 3、図 5)、エッジ位置補正回路 4 2 A 及び 4 2 B における補正值テーブル 5 4 を初期値に設定して、従来の光ディスクの作成条件と同一の条件により評価用のディスク原盤 3 1 が作成され、このディスク原盤 3 1 より評価用の光ディスク 6 3 が作成される(図 6)。

【0085】この評価用の光ディスク 6 3 は、基本周期 T の整数倍の周期で信号レベルが変化する変調信号によりレーザービーム L がオンオフ制御されてディスク原盤 3 1 が順次露光され、これによりピット長及びピット間隔により入力データ D 1 が記録される。またリードインエリアにおいて、マスターキー KM のデータに基づいてレーザービーム L の光量が立ち下げられ、これによりピット幅の変化によりマスターキー KM が記録される。さらにこのピット幅の変化に伴い、ピット長が変化して形成される。

【0086】これによりこの評価用の光ディスク 6 3 より得られる再生信号は、一定の光量によりピットが形成されている部分では、隣接ピットの符号間干渉によりジッタが観察されることになる。またピット幅が変化する部分については、隣接ピットの符号間干渉に加えてピット長の変化により、大きなジッタが発生することになる。またこのピット幅が変化する部分については、再生信号の振幅が大きく変化し、アシンメトリーも激しく変化することになる。

【0087】従ってこの光ディスク 6 3 より得られる再

生信号は、前後のピット及びランドの形状に対応する変調信号の変化パターン、露光時のレーザービーム光量に応じて、スライスレベルを横切るタイミングが変化し、この再生信号より生成される再生クロックにおいては大きなジッタが発生することになる。

【0088】この光ディスク 6 3 は、再生装置 6 4 により再生され、再生信号 R_F がデジタルオシロスコープ 6 6 によりデジタル信号に変換された後、コンピュータ 6 5 により 2 値化信号、復号信号、再生クロックが生成される。さらに光ディスク 6 3 は、2 値化信号の各エッジ毎に、復号信号より前後のピット及びランドが検出されて変調信号の変化パターンが検出され、各変化パターン毎に、再生クロックに対する各エッジのジッタ量が時間計測される。

【0089】さらにレーザービームの光量を立ち下げた場合と、一定値に保持した場合とで、これら時間計測結果が各変化パターン毎に平均化され、レーザービームの各光量によるジッタ量が符号間干渉によるジッタ量と共に各変化パターン毎に検出される。光ディスク 6 3 は、このようにして検出したジッタ量により、遅延回路 5 6 (図 5) のタップ間遅延時間差 τ を基準にした

(1) 式の演算処理が実行され、遅延回路 5 6 のセンタータップを基準にして、この検出したジッタ量を打ち消すことができる遅延回路 5 6 のタップ位置が検出される。さらに光ディスク 6 3 は、この検出したタップ位置を特定するデータが補正值データ D_F としてリードオンリメモリに格納され、これにより遅延回路 5 6 のタップ間遅延時間差 τ をジッタ補正単位に設定して、補正值テーブル 5 4 が形成される。

【0090】このとき高レベルのレーザービーム光量に対応する補正值データ D_F が、エッジ位置補正回路 4 2 A の補正值テーブル 5 4 に記録され、また低レベルのレーザービーム光量に対応する補正值データ D_F が、エッジ位置補正回路 4 2 B の補正值テーブル 5 4 に記録される。

【0091】このようにして補正值テーブル 5 4 を形成すると、光ディスク記録装置 3 0 では、リードインエリアに記録する T O C 等のデータが変調回路 4 1 に入力され、この変調回路 4 1 により所定のデータ処理を受け、

40 基本周期 T を単位にして信号レベルが変化する変調信号 S 2 に変換される。この変調信号 S 2 は、エッジ位置補正回路 4 2 A において(図 3)、信号レベルが T T L レベルに変換された後、P L L 回路 5 2 によりクロック C K が再生される。またそれぞれ立ち上がりエッジ補正回路 5 0 A 及び立ち下がりエッジ補正回路 5 0 B において(図 5)、1 3 段のラッチ回路 5 3 A ~ 5 3 M で順次ラッチされて、変化パターンが検出される。

【0092】さらに変調信号 S 2 は、このラッチ回路 5 3 A ~ 5 3 M の中間のラッチ回路 5 3 G よりモノステープルマルチバイブレータ 5 5 に入力され、立ち上がりエ

19

ツジ補正回路50Aにおいては、立ち上がりエッジのタイミングで、立ち下がりエッジ補正回路50Bにおいては、立ち下がりエッジのタイミングで、モノステーブルマルチバイブレータ55の出力をトリガし、それぞれ立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングで信号レベルが立ち上がる立ち上がりパルス信号及び立ち下がりパルス信号を生成する。

【0093】これら立ち上がりパルス信号及び立ち下がりパルス信号は、それぞれ立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bの遅延回路56において、補正值データD Fの算出に利用された遅延時間 τ を単位にして順次遅延され、この遅延回路56のタップ出力がセレクタ57に出力される。これに対してラッチ回路35A～35Mで検出された変調信号S2の変化パターンは、ラッチ回路35A～35Mのラッチ出力をアドレスにした補正值テーブル54のアクセスにより、対応する補正值データD Fが検出され、この補正值データD Fによりセレクタ57の接点が切り換えられる。

【0094】これによりそれぞれ立ち上がりエッジ補正回路50A及び立ち下がりエッジ補正回路50Bのセレクタ57から、評価用の光ディスク63で検出されたレーザービームLを高レベルにより照射した場合のジッタを補正するように、変調信号S2の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングをそれぞれ補正してなる立ち上がりエッジ信号S3及び立ち下がりエッジ信号S4が输出され、これら立ち上がりエッジ信号S3及び立ち下がりエッジ信号S4(図3)が、フリップフロップ59により合成される。さらにこのフリップフロップ59の出力信号S5がレベル逆変換回路60により信号レベルの補正を受け、これにより評価用の光ディスク63で検出したレーザービームLを高レベルにより照射した場合のジッタを補正するように、すなわち符号間干渉を低減するように、変調信号S2のエッジのタイミングを補正してなる変調信号S1Aが生成される。

【0095】同様にして、変調信号S2は、エッジ位置補正回路42Bにおいて、変化パターンが検出され、この変化パターンに対応する補正值データD Fにより立ち上がりエッジ信号S3及び立ち下がりエッジ信号S4が生成され、これら立ち上がりエッジ信号S3及び立ち下がりエッジ信号S4がフリップフロップ59により合成される。これにより変調信号S2は、エッジ位置補正回路42Bにおいて、評価用の光ディスク63で検出したレーザービームLを低レベルにより照射した場合のジッタを補正するように、すなわちレーザービーム光量の立ち下げに伴うピット長の変化を打ち消すように、また符号間干渉を低減するように、変調信号S2のエッジのタイミングを補正してなる変調信号S1Bが生成される。

【0096】これに対して光ディスク記録装置30では、このリードインエリアの処理の際に、所定のコント

20

ローラより暗号化用のマスターキーKMのデータがCR C回路43に入力され、ここでこのマスターキーKMのデータに誤り訂正符号が付加される。さらにこのマスターキーKMのデータ及び誤り訂正符号がPE変調回路44においてシリアルデータ列に変換された後、PR変調され、その変調データD3がレベル切り換え回路45に入力される。

【0097】さらにレベル切り換え回路45によりこの変調データD3に応じて制御信号SC1の信号レベルが切り換えられ、これにより変調データD3に応じてレーザービームLの光量が高レベルより低レベルに切り換えられる。これによりディスク原盤31において、マスターキーKMのデータに応じてピット幅が変化するよう露光される。

【0098】このとき光ディスク記録装置30では、レーザービームLの光量を低レベルに設定する期間の間、データセレクタ46において、エッジ位置補正回路42Bより出力される変調信号S1Bが選択され、これ以外の期間においては、エッジ位置補正回路42Aより出力される変調信号S1Aが選択出力される。

【0099】これによりディスク原盤31においては、光ディスクのリードインエリアに対応する領域において、マスターキーKMのデータに応じてピット幅が変化するよう露光され、さらにこのピット幅の変化に伴うピット長の変化を防止するよう露光のタイミングが補正される。また隣接ピットによる符号間干渉を低減するよう露光のタイミングが補正される。

【0100】このようにしてリードインエリアが露光されると、ディスク原盤31は、続くユーザーエリアが露光される。このとき光ディスク記録装置30では、MPGによるビデオデータD1がデコーダ40に順次入力される。この入力データD1は、デコーダ40においてマスターキーKMのデータによりスクランブル処理されて暗号化された後、続いて変調回路41により変調信号S2に変換され、リードインエリアにTOCデータ等を記録する場合と同様に、この変調信号S2のエッジのタイミングを補正してなる変調信号S1A及びS1Bが生成される。

【0101】さらにこの入力データD1は、レベル切り換え回路45によりレーザービームLの光量が高レベルに保持された状態で、データセレクタ46により変調信号S1Aが選択され、この変調信号S1A(S1)により順次ディスク原盤31が露光されることによりディスク原盤31に記録される。これにより光ディスク記録装置30では、マスターキーKMを基準にして暗号化したデータD1が、一定のピット幅により、隣接ピットによる符号間干渉を低減するようピット長が補正されて記録される。

【0102】かくしてこのようにして露光されたディス

21

ク原盤31より光ディスクが生産され、この光ディスクHが再生装置70(図10)により再生される。これにより光ディスクHは、マスターキーKMにより暗号化処理されたビデオデータD1がユーザーエリアHVに記録され、またこのマスターキーKMのデータがリードインエリアHRに記録されることになる。さらにこれらのデータが隣接ピットからの符号間干渉を低減するように、隣接ピットとの組み合わせによるパートに応じて前エッジ及び後エッジの位置が補正されて、ピット長及びピット間隔により記録されることになる。さらにマスターキーKMにおいては、リードインエリアHRにピット幅の変化により記録され、さらにこのピット幅を切り換えたピットにおいては、ピット幅の変化によるピット長の変化を打ち消すように、前エッジ及び後エッジの位置が補正されることになる。

【0103】このような光ディスクより、物理的にピット形状を転写して光ディスクをコピーする場合、ピット形状の物理的な変化を避け得ず、これによりこのように補正したエッジ位置、さらにはピット幅の変化を正確に再現することが困難になる。これによりこの種のコピーによる光ディスクは、再生装置において、再生困難になる。

【0104】すなわち再生装置70においては、光ディスクHが装填されると、光ピックアップPが光ディスクHの最内周に移動し、光ディスクHのリードインエリアHRより戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFを検出する。

【0105】この再生信号RFは、2値化回路72において、所定のスライスレベルによりスライスされ、2値化信号S7に変換される。さらにこの2値化信号S7よりPLL回路73において再生クロックCKが生成され、復調回路74において、この再生クロックCKにより2値化信号S7が順次ラッチされて再生データが生成される。さらにこの再生データが復調回路74において復調された後、続くECCデコーダ77において、データリーブ処理、誤り訂正処理される。

【0106】この一連の処理において、図12に示すように、単に光量を切り換えてピット幅を変化させた光ディスクを再生する場合、基本周期Tに対応するタイミングにより信号レベルが変化するように再生信号RFを2値化するためのスライスレベルSL1及びSL2が露光時の光量に応じて変化することになる。

【0107】ところがこの実施の形態に係る光ディスクHでは、ピット幅の変化によるピット長の変化を打ち消すように、前エッジ及び後エッジの位置が補正されていることにより、図13に示すように、一定のスライスレベルSLにより再生信号RFを2値化して、正しいタイミングにより2値化信号を生成することができる。すなわち光量の切り換えに伴う再生クロックCKのジッタを有効に回避することができるように、単一のスライスレ

50

22

ベルにより2値化信号を生成することができる。さらに符号間干渉についても、これを低減するようにエッジの位置が補正されていることにより、符号間干渉によるジッタも低減することができる。

【0108】なお図12において、85[%]の光量により形成したピットからの再生信号を、100[%]の光量により形成したピットに対するスライスレベルSL1によりスライスした場合、例えば周期3Tの再生信号のように、再生信号の振幅が小さな場合には、2値化信号の信号レベル自体スライスレベルを横切らなくなり、これによりジッタが増大するだけでなく、この2値化信号より生成する再生データにピット誤りが発生することがわかる。

【0109】これに対してコピーによる場合、補正したエッジ位置、さらにはピット幅の変化を正確に再現することが困難なことから、正しいタイミングにより2値化信号S7の信号レベルが変化しなくなり、その分再生クロックCKにジッタが発生することになり、さらには再生データに誤り訂正困難なピット誤りが発生する。これにより再生装置70では、この種のコピーによる光ディスクについては再生することが困難になる。

【0110】かくするにつき、このようにして生成された2値化信号S7は、再生信号RF、再生クロックCKと共にマスターキー検出回路79に入力され、ここでピット幅の変化により記録されたマスターキーKMが再生される。すなわちマスターキー検出回路79において、2値化信号S7は、再生クロックCKにより順次ラッチされて連続する10サンプルの信号レベルが検出され、アンド回路82A～82Fにおけるこれら10サンプルの論理演算により周期6T以上のピットが検出される。

【0111】さらに検出した周期6T以上のピットのタイミングで再生信号RFの信号レベルがラッチ回路87により検出された後、PE復調回路89において、検出した信号レベルを処理することにより、マスターキーKMのデータが復調される。これにより再生装置70では、デコーダ91において、この再生したマスターキーKMのデータにより、ECCデコーダ77より出力される再生データが順次デスクランブル処理され、元のデータD1が復調される。

【0112】このときこのようにして再生されたデータD1を記録して生成されるコピーの光ディスクについては、ピット幅の制御が困難なことにより、マスターキーKMのデータを再生することが困難で、これによりこのようなコピーについても、再生困難にすることができる。またマスターキーKMを解析して、マスターキーKMを記録していないコピーによる光ディスクを再生可能に設定しても、必要に応じてこのマスターキーKMを変更することにより、このような場合についてもコピーによる光ディスクを排除することができる。

【0113】以上の構成によれば、メインデータである

入力データD1をマスターキーKMにより暗号化し、符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正してピット長及びピット間隔により記録する記録と共に、ピット幅によりこのマスターキーを記録することにより、違法なコピーについては、再生装置側で再生困難に設定することができ、この種の違法なコピーを排除することができる。また所望のデータを高密度に記録した場合でも、これらのデータを確実に再生することができ、さらには違法なコピーを再生装置側で再生困難に設定することができ、この種の違法なコピーを排除することができる。

【0114】さらに周期6T以上のピットについて、ピット幅の変化に伴う再生信号の信号レベルを選択的に検出したことによりピット幅の変化を確実に検出してピット幅により記録したマスターキーを確実に再生することができる。

【0115】(2) 第2の実施の形態

図14は、本発明の第2の実施の形態に係る情報伝送経路を図1との対比により示すブロック図である。この実施の形態では、ディスクキーKD、タイトルキーKTをマスターキーKMにより階層的に暗号化して光ディスク101に記録し、また第1の実施の形態と同様にしてマスターキーKMを記録する。

【0116】この図14に示す構成によれば、ディスクキーKD、タイトルキーKTをマスターキーKMにより階層的に暗号化して光ディスク101に記録し、また第1の実施の形態と同様にしてマスターキーKMを記録することにより、第1の実施の形態の効果に加えて、ディスク制作者、著作物の作成者の立場を加味して違法なコピーを排除することができる。

【0117】(3) 第3の実施の形態

図15は、第3の実施の形態に係る光ディスクを示す分解斜視図である。この光ディスク102は、図16に示すように、ディスク基板102A及び102Bに所定の反射膜103A及び103Bを形成した後、このディスク基板102A及び102Bを積層し、保護膜104を付着して形成される。

【0118】このとき光ディスク102は、保護膜104を上層側としたとき、下層のディスク基板102Aに付着する反射膜103Aが波長選択性を有する反射膜により形成される。すなわちこの反射膜103Aは、この反射膜103Aによる情報記録面を処理対象にしてなる波長650[nm]のレーザービームL1に対しては、高い反射率を示し、この上層の反射膜103Bによる情報記録面を処理対象にしてなる波長780[nm]のレーザービームL2に対しては、光透過性を示すようになされている。

【0119】これにより光ディスク102は、下層のディスク基板102A側よりそれぞれ波長650[nm]及び780[nm]のレーザービームL1及びL2を照

射して、各反射膜103A及び103Bからの戻り光を受光できるようになされている。かくするにつき、この上層の反射膜103Bを対象にしてなる波長780[nm]のレーザービームL2は、第1の実施の形態に係る光ディスクHの再生装置70と同一波長である。

【0120】各ディスク基板102A及び102Bは、例えばポリカーボネート等の透明樹脂を射出成形して、一般的の光ディスクに比して、それぞれ板厚が1/2に形成され、この成形に使用されるスタンパが、第1の実施の形態に係る光ディスクの場合と同様に、ピット幅の変化により所望のキーデータが記録され、また各ピットのエッジが補正されて形成されるようになされている。

【0121】このうち上層側のディスク基板102Bは、上述の第1の実施の形態と同一のフォーマットによりMPEGによるビデオデータをマスターキーKMにより暗号化して、このマスターキーKMと共に記録して形成される。これによりこの光ディスク102は、上述の再生装置70により再生して、上層側のディスク基板102Bに記録したビデオデータを再生できるようになされ、上述した光ディスクHと互換性を維持できるようになされている。

【0122】これに対して下層側のディスク基板102Aは、この上層側のディスク基板102Bに記録したビデオデータの符号化前の映像信号を、ディスク基板102B側に比して高画質の符号化処理により符号化処理し、その結果得られるビデオデータが、ディスク基板102B側に比して高密度に記録される。さらにこのとき下層側のディスク基板102Aは、マスターキーKMに代えて、第2のマスターキーKMAがピット幅の変化によりリードインエリアに記録され、図17に示すように、上層側のディスク基板102Bに記録したマスターキーKMに対して、このマスターキーKM及び第2のマスターキーKMAに基づいてビデオデータD3が暗号化される。

【0123】すなわちこの図17は、ビデオデータD3のエンコーダを示し、このエンコーダ110では、15段のシフトレジスタ111に所定のキーデータをプリセットする。ここでこのシフトレジスタ111に設定されるキーデータは、マスターキーKMの下位4ビットのデータに従って、事前に設定された複数種類のキーデータより選択したキーデータが割り当てられる。シフトレジスタ111は、ビデオデータD3のピットクロックに同期してこのキーデータを順次転送し、イクスクルーシブオア回路構成の加算回路112に、最終段より出力する。またイクスクルーシブオア回路構成の加算回路113に、この最終段の出力と、この最終段に続くレジスタ出力とを出力し、この加算回路113の出力を先頭段のレジスタに入力する。これによりシフトレジスタ111においては、プリセット値のキーデータを順変更しながら加算回路112に出力するようになされ、事前に設定

された複数種類のキーデータにおいては、このように巡回加算しても一定値に収束しないように、データ値が設定されるようになされている。

【0124】これに対してシフトレジスタ114は、r段のレジスタを直列接続して形成され、ビデオデータD3のビットクロックに同期して保持したデータを順次転送し、イクスクルーシブオア回路構成の加算回路112に最終段より出力する。またイクスクルーシブオア回路構成の加算回路115に、この最終段の出力と、この最終段に続くレジスタ出力とを出力し、この加算回路115の出力を先頭段のレジスタに入力する。これによりシフトレジスタ111においては、プリセットされたデータを順変更しながら加算回路112に出力するようになされている。

【0125】さらにシフトレジスタ114は、r段のレジスタのうち、m段のレジスタにマスターキーKMのmビットのデータがプリセット値として設定され、残るn台のレジスタに第2のマスターキーKMAのnビットがプリセット値として設定されるようになされている。これによりこの光ディスク102では、単に下層のディスク基板102Aに反射膜103Aを作成しただけの構成では、暗号解読のためのキーデータを検出できないようになされている。

【0126】かくするにつき加算回路112は、シフトレジスタ111及び114の出力データを加算して続く加算回路116に出力する。加算回路116は、イクスクルーシブオア回路により構成され、ビデオデータD3をシリアルデータ形式で入力し、加算回路112の出力データと加算して出力する。エンコーダ110は、この出力データをパラレルデータに変換して出力し、光ディスク102では、この出力データが誤り訂正符号と共にインターリープ処理された後、変調信号に変換されて順次ピットが形成される。

【0127】これに対してこの光ディスク102の専用の再生装置においては、光ディスク102が装填されると、それぞれ反射膜103A及び103Bに対応するレーザービームを照射して、その戻り光よりピット幅の変化により記録されたマスターキーKM、KMAを再生する。さらにこの再生したマスターキーKM、KMAにより図17のエンコーダと同一構成のデコーダにそれぞれマスターキーKMの下位4ビットにより指定されたキーデータ、マスターキーKMのmビット、マスターキーKMAのnビットによるキーデータをセットする。

【0128】さらにユーザーエリアにおいては、反射膜103Aより戻り光を受光して再生信号を得、この再生信号を処理して再生データを生成する。さらにこの再生データをインターリープ、誤り訂正処理した後、このデコーダにより暗号化を解除する。

【0129】この第3の実施の形態の係る構成によれば、一種類の光ディスクで、異なるフォーマットにより

ビデオ素材を提供することができ、このとき高画質の符号化処理によりビデオ素材を記録したディスク基板102Aについて、単一のディスク基板によりコピーを作成した場合に、このコピーを有効に排除することができる。

【0130】(4) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、光ディスクの反射膜103A及び103Bに記録するデータに対してそれぞれマスターキーKM、KMAにて暗号化する場合につい

10 て述べたが、本発明はこれに限らず、例えば反射膜103Aに記録するマスターキーにて反射膜103Bに記録するデータを符号化し、これとは逆に反射膜103Bに記録するマスターキーにて反射膜103Aに記録するデータを暗号化してもよい。

【0131】また上述の実施の形態においては、各ディスク基板において、1のマスターキーをピット幅により記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、複数種類のキーデータを記録して、選択的に使用してもよい。なおこの場合、これら複数のキーデータをディスクキー、タイトルキー等に振り分けてもよい。さらには再生装置側において、これら複数のキーデータを種々に演算処理して、その結果得られるデータをキーデータとして暗号化したデータを復号できるようにしてもよい。

【0132】さらに上述の実施の形態においては、リードインエリアに暗号解読用のキーデータを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ユーザーエリア等に記録してもよい。

【0133】また上述の実施の形態においては、リードインエリアに記録した暗号解読用のキーデータを直接使用して、又はリードインエリアに記録したマスターキーを参考にして暗号化したデータを復号する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばピット幅により、又はピット長及び間隔により記録した複数種類のキーデータを、ピット幅により記録したデータにより特定する場合等にも広く適用することができる。

【0134】さらに上述の実施の形態においては、レーザービームの光量を2段階で切り換えてピット幅を変調する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上充分にピット幅の変化を識別できる場合、レーザービームの光量を多段階で切り換えてピット幅を変調してもよい。

【0135】また上述の実施の形態においては、単にピット幅の変化により、リードインエリアに繰り返しマスターキーを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、このピット幅の変化によるマスターキー等の記録を、レーザービーム照射位置に応じて所定領域についてだけ実行するようにしてもよい。この場合、例えば光ディスクの回転に同期したタイミングで、ピット幅の変化によるマスターキー等を間欠的に記録すれば、光

ディスクの反射面において、放射状に広がるバーコード状の模様を形成することができ、この模様の有無により違法コピーか否か判定することができる。またメーカー名等の図形模様を反射面に形成することもできる。

【0136】さらに上述の実施の形態においては、単に暗号解読用のキーデータをピット幅の変調により記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ユーザーにとって不要の光ディスクの仕向け地等のデータを併せて記録するようにしてもよい。

【0137】また上述の実施の形態においては、評価用の光ディスクにより作成した補正值テーブルを直接使用して光ディスクを作成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、評価用の光ディスクにより作成した補正值テーブルを用いて改めて評価用の光ディスクを作成し、この改めて作成した評価用の光ディスクにより補正值テーブルを修正してもよい。このように繰り返し補正值テーブルを修正すれば、その分確実にジッタを低減することができる。

【0138】また上述の実施の形態においては、変調信号を13サンプリングして変化パターンを検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、必要に応じてサンプリング数を増大してもよく、これにより長い記録情報パターンに対応することができる。

【0139】さらに上述の実施の形態においては、基本のクロックを基準にした2値化信号の時間計測によりジッタ量を計測し、この計測結果より補正值データを生成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、この時間計測によるジッタ量の計測に代えて、基本のクロックを基準にした再生信号の信号レベル検出により補正值データを生成してもよい。なおこの場合、検出した再生信号の信号レベルよりスライスレベルまでの誤差電圧を計算し、この誤差電圧と再生信号の過渡応答特性により補正值データを算出することになる。

【0140】また上述の実施の形態においては、テーブル化した補正值データに従って変調信号のタイミングを補正する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、予め検出した補正值データに代えて、演算処理により補正值データを算出し、これにより変調信号のタイミングを補正してもよい。

【0141】さらに上述の実施の形態においては、評価用の光ディスクにより補正值データを算出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えライトワーンス型の光ディスク記録装置に適用する場合は、いわゆる試し書き領域における試し書き結果に基づいて補正值データを算出してもよい。

【0142】さらに上述の実施の形態においては、MPEG方式のビデオデータを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ディスク基板102Aに例

えば16ビットで量子化されたデジタルオーディオ信号を記録し、ディスク基板102Bにサンプリング周波数2.8224[MHz] (44.1[kHz] × 64倍)によりサンプリングして量子化した1ビットデジタルオーディオ信号を記録してもよい。

【0143】また上述の実施の形態においては、本発明を光ディスクに適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ピットにより種々のデータを記録する光ディスク記録装置、さらには熱磁気記録の手法を適用してマークにより種々のデータを記録する光ディスク記録装置に広く適用することができる。因みに、再生信号の過渡応答特性の相違により種々のデータを多値記録するようになされた光ディスク記録装置にも広く適用することができる。

【0144】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、メインデータを暗号化するキーデータをレーザービームの光量を変化させることでピット幅方向に変調して光記録媒体に記録し、さらにこのキーデータにより暗号化したメインデータを符号間干渉によるジッタを低減するようにタイミングを補正して記録することにより、不正コピーによる光記録媒体の複製を防止する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光ディスクにおける情報伝送経路を示すブロック図である。

【図2】図1のディスク制作側において使用される光ディスク記録装置を示すブロック図である。

【図3】図2の光ディスク記録装置のエッジ位置補正回路を示すブロック図である。

【図4】図3のエッジ位置補正回路の動作の説明に供する信号波形図である。

【図5】図1の光ディスク記録装置の立ち上がりエッジ補正回路を示すブロック図である。

【図6】図2の光ディスク記録装置における補正值テーブルの作成工程を示す工程図である。

【図7】100[%]のレーザービームの光量によるピットからの再生信号を示す信号波形図である。

【図8】85[%]のレーザービームの光量によるピットからの再生信号を示す信号波形図である。

【図9】図6の工程におけるコンピュータの処理手順を示すフローチャートである。

【図10】図1の経路による再生装置を示すブロック図である。

【図11】図10の再生装置におけるマスターキー検出回路を示すブロック図である。

【図12】光量の相違によるスライスレベルの変化を示す信号波形図である。

【図13】図12との対比により図10の再生装置による再生信号を示す信号波形図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態に係る光ディスク

29

30

における情報伝送経路を示すブロック図である。

【図15】本発明の第3の実施の形態に係る光ディスクを示す分解斜視図である。

【図16】図15の光ディスクの断面図である。

【図17】図14の光ディスクに適用されるエンコーダを示すブロック図である。

【図18】従来のコピー防止システムを示すブロック図である。

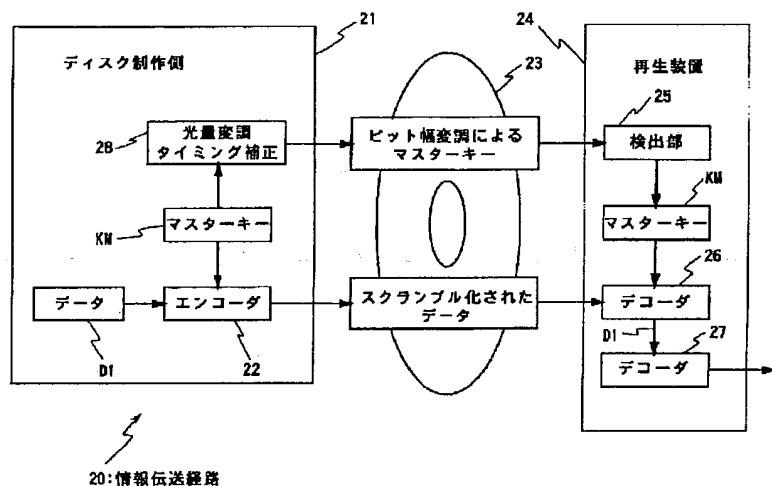
【図19】従来の他のコピー防止システムを示すブロック図である。

10

【符号の説明】

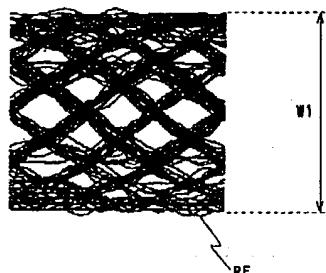
20、100……情報伝送経路、5、11、23、63、102、102H……光ディスク、24、64、70……再生装置、30……光ディスク記録装置、42A、42B……エッジ位置補正回路、45……レベル切り換え回路、46……データセレクタ、54……補正值テーブル、79……マスターキー検出回路、KM……マスターキー、KD……ディスクキー、KT……タイトルキー

【図1】

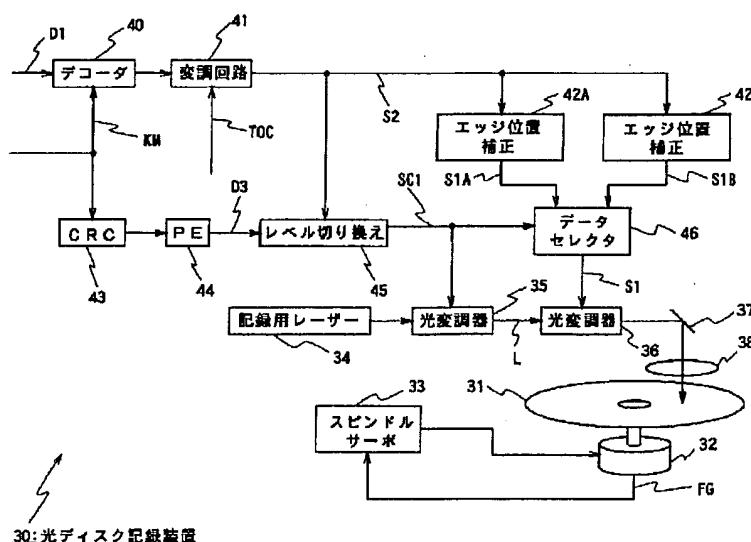


20:情報伝送経路

【図7】

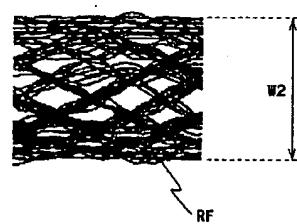


【図2】

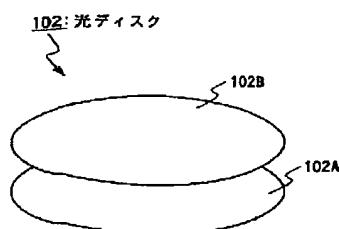


30:光ディスク記録装置

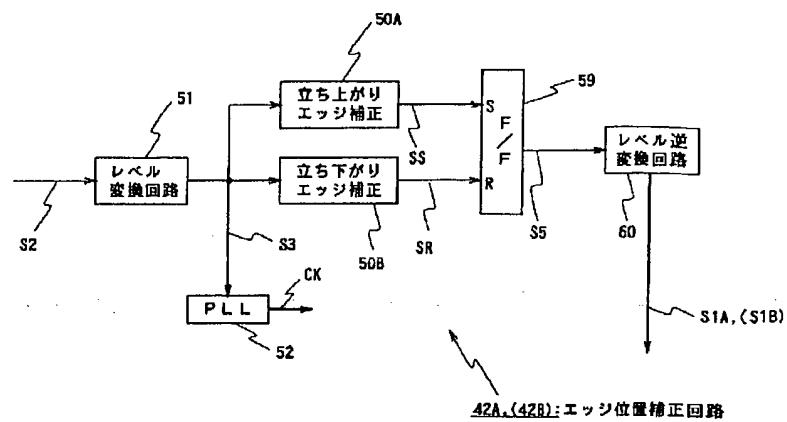
【図8】



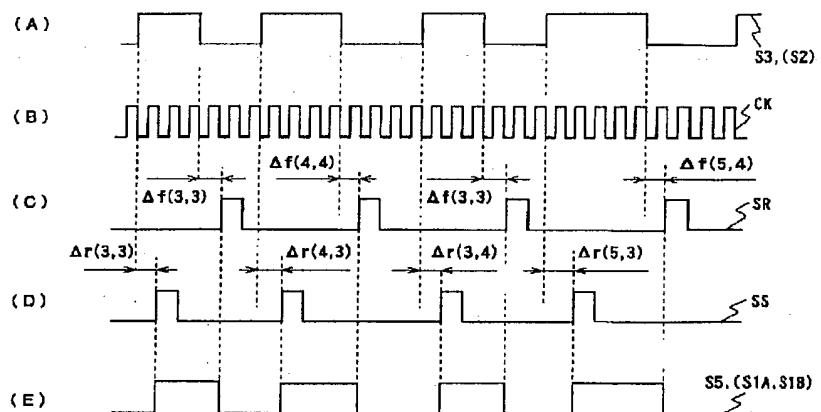
【図15】



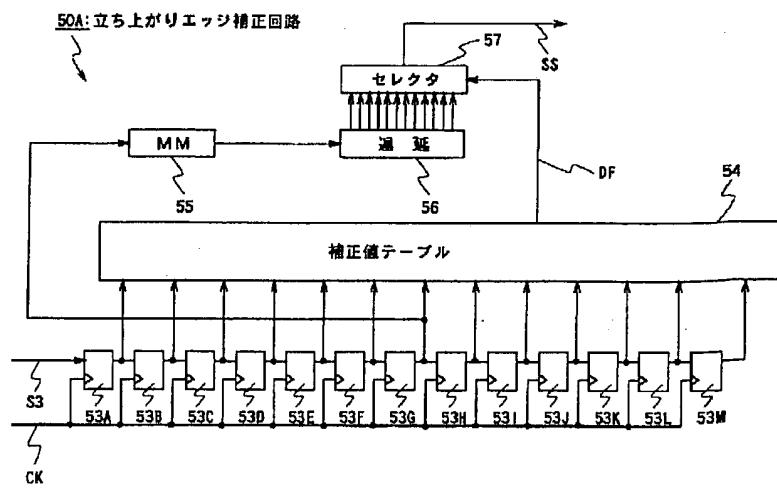
【図3】



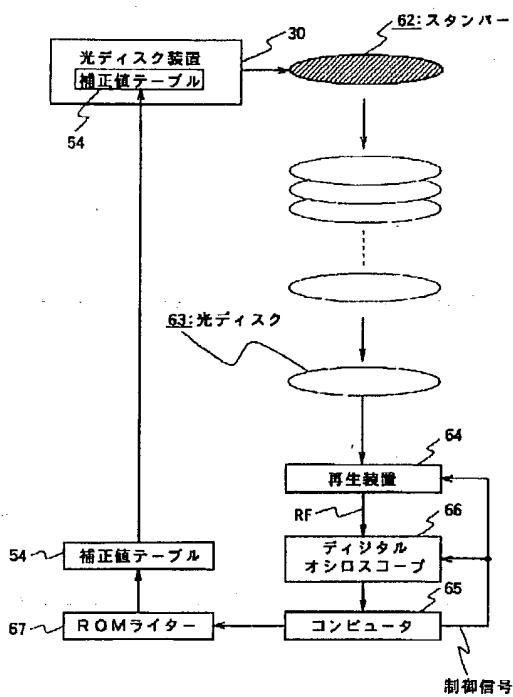
【図4】



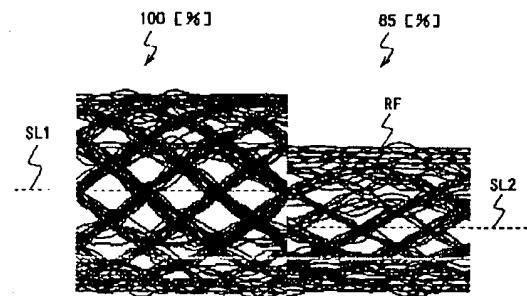
【図5】



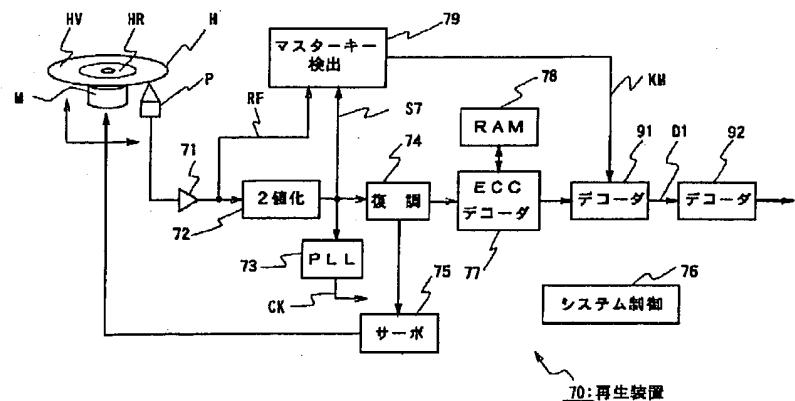
【図6】



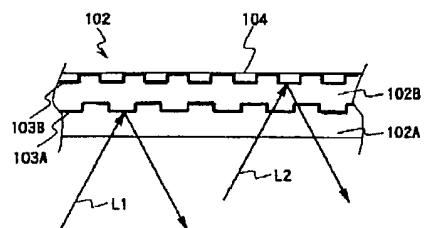
【図12】



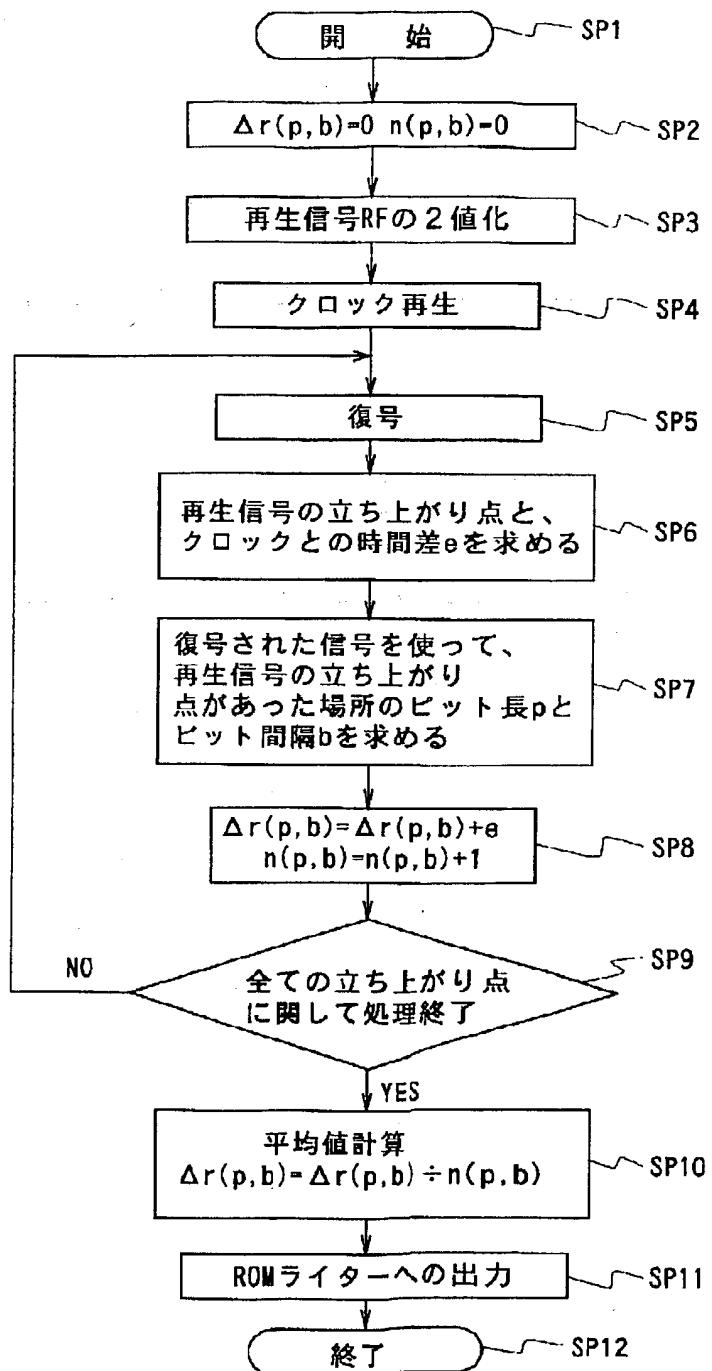
【図10】



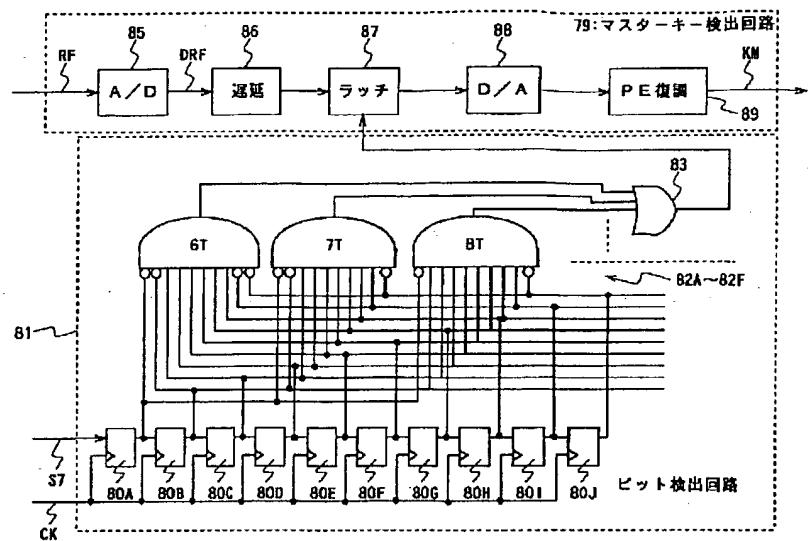
【図16】



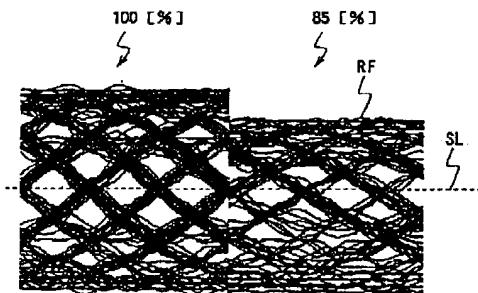
【図9】



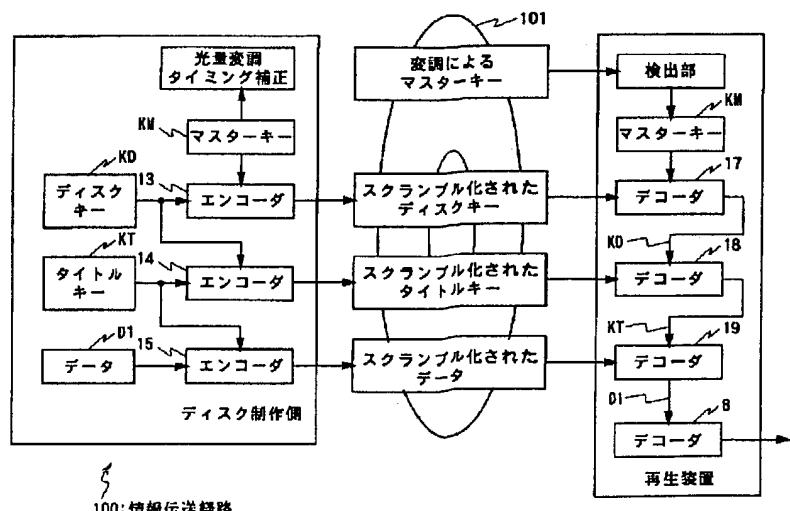
【図11】



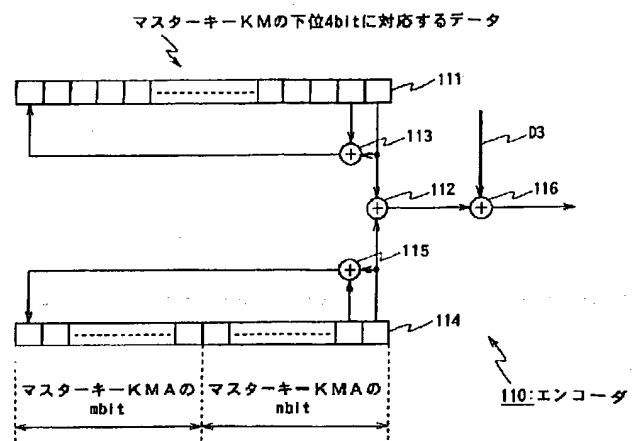
【図13】



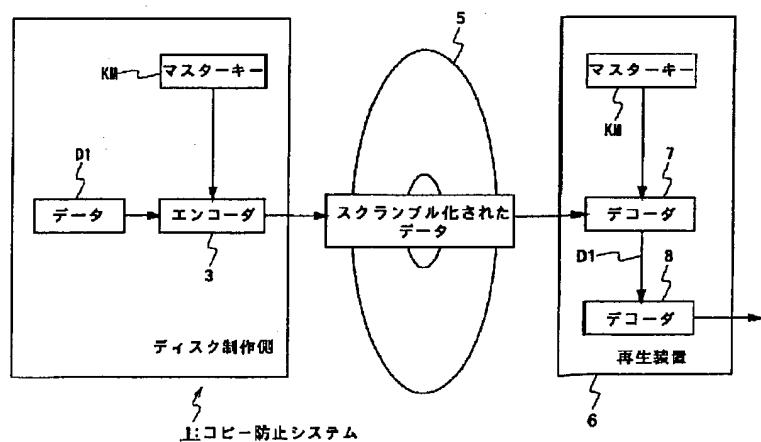
【図14】



【図17】



【図18】



【図19】

